

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-319949

(43)Date of publication of application : 04.12.1998

(51)Int.Cl.

G10H 1/00  
G10H 7/00  
G10K 15/12

(21)Application number : 09-145874

(71)Applicant : KAWAI MUSICAL INSTR MFG CO LTD

(22)Date of filing : 20.05.1997

(72)Inventor : NAGATAKI SHU

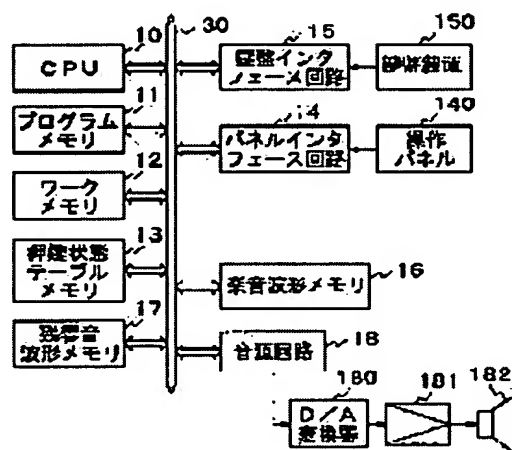
## (54) ELECTRONIC MUSICAL INSTRUMENT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To generate the tones of ample sounds similar to those of an acoustic piano even when actual music is played by forming musical tone signals in order to generate the musical tones corresponding to keys with which key touches are detected and the reverberation tones corresponding to the other keys under pressing.

**SOLUTION:** A reverberation tone waveform memory 17 stores the waveform data of the plural reverberation tones meeting the combinations of key areas and key touch patterns. The waveform data of the reverberation tones forms the tones to be generated in accordance with the keys already under pressing exclusive of any key of a keyboard device 150 when this key is freshly pressed.

Namely, if there is the key already under pressing when the key is freshly pressed, the reverberation tone of the key under pressing is generated in addition to the musical tones generated thus far. Then, the tones generated in such key touch state as that at the time of playing music with the acoustic piano in actuality may be simulated and, therefore, the tones having the ample sounds more resembling those of the acoustic piano may be generated.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.09.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 04.04.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-319949

(43)公開日 平成10年(1998)12月4日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 1 0 H 1/00

G 1 0 H 1/00

C

7/00

7/00

5 1 3 M

G 1 0 K 15/12

G 1 0 K 15/00

B

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平9-145874

(22)出願日

平成9年(1997)5月20日

(71)出願人 000001410

株式会社河合楽器製作所

静岡県浜松市寺島町200番地

(72)発明者 永瀧 周

静岡県浜松市寺島町200番地 株式会社河合楽器製作所内

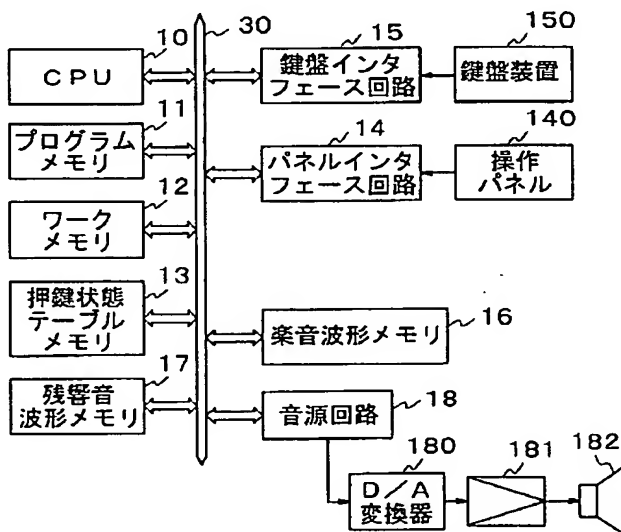
(74)代理人 弁理士 工藤 実

(54)【発明の名称】 電子楽器

(57)【要約】

【課題】実際の曲を演奏する場合にもアコースティックピアノと同様に豊かな響きの音を発生できる電子楽器を提供する。

【解決手段】楽音信号に基づいて楽音を発生する電子楽器であって、鍵盤装置150と、該鍵盤装置の押鍵及び離鍵を検出する検出手段10及び15と、該検出手段で押鍵が検出された際に、押下中の他の鍵があるかどうかを判断する判断手段10と、該判断手段で押下中の他の鍵があることが判断された場合に、該検出手段で押鍵が検出された鍵に対応する楽音及び該押下中の他の鍵に対応する残響音を発生するための楽音信号を生成する楽音信号生成手段16、17及び18とを備えている。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 楽音信号に基づいて楽音を発生する電子楽器であって、

鍵盤装置と、

該鍵盤装置の押鍵及び離鍵を検出する検出手段と、

該検出手段で押鍵が検出された際に、押下中の他の鍵があるかどうかを判断する判断手段と、

該判断手段で押下中の他の鍵があることが判断された場合に、該検出手段で押鍵が検出された鍵に対応する楽音及び該押下中の他の鍵に対応する残響音を発生するための楽音信号を生成する楽音信号生成手段、とを備えた電子楽器。

【請求項 2】 前記鍵盤装置の押鍵状態を記憶する押鍵状態記憶手段であって、その記憶内容は前記検出手段における検出結果に基づいて順次変更されるものを更に備え、

前記判断手段は、該押鍵状態記憶手段の記憶内容に基づいて押下中の他の鍵があるかどうかを判断する請求項 1 に記載の電子楽器。

【請求項 3】 前記楽音信号生成手段は、

楽音の波形データを記憶する楽音波形記憶手段と、

残響音の波形データを記憶する残響音波形記憶手段と、

これら楽音波形記憶手段及び残響音波形記憶手段に記憶された各波形データに基づいて楽音信号を生成する音源回路とを有し、

前記判断手段で押下中の他の鍵があることが判断された場合に、該音源回路は、該残響音波形記憶手段から残響音の波形データを、該楽音波形記憶手段から楽音の波形データをそれぞれ読み出し、これら両波形データに基づいて楽音信号を生成する請求項 1 又は請求項 2 に記載の電子楽器。

【請求項 4】 前記残響音波形記憶手段は、鍵域に応じた複数の残響音の波形データを記憶し、前記音源回路は、前記判断手段で押下中の他の鍵があることが判断された場合に、該他の鍵が属する鍵域に対応する残響音の波形データを該残響音波形記憶手段から読み出す請求項 3 に記載の電子楽器。

【請求項 5】 前記残響音波形記憶手段は、押鍵パターンに応じた複数の残響音の波形データを記憶し、前記音源回路は、前記判断手段で押下中の他の鍵があることが判断された場合に、該他の鍵の押鍵パターンに対応する残響音の波形データを該残響音波形記憶手段から読み出す請求項 3 に記載の電子楽器。

【請求項 6】 前記残響音波形記憶手段は、鍵域及び押鍵パターンの組み合わせに応じた複数の残響音の波形データを記憶し、前記音源回路は、前記判断手段で押下中の他の鍵があることが判断された場合に、該他の鍵の鍵域及び押鍵パターンの組み合わせに対応する残響音の波形データを該残響音波形記憶手段から読み出す請求項 3 に記載の電子楽器。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は残響音が含まれた楽器音を発生する電子楽器に関し、特に自然楽器における残響音が含まれた楽器音を忠実に模擬する技術に関する。

**【0002】**

【従来の技術】 従来、電子楽器の 1 つとして電子ピアノが知られている。この電子ピアノは、第 1 義的には、自然楽器であるアコースティックピアノの音を忠実に模擬することを目的として作製されている。従って、打鍵により発生される通常の音色は勿論のこと、近年は、打鍵時に鍵が棚板に衝突する音（コツ音）をも模擬し、アコースティックピアノの音に近づける努力がなされている。

【0003】 また、アコースティックピアノで発生される音には、打鍵に伴う弦の振動に基づいて発生される直接音以外に、この直接音が筐体内部の種々の部位で反射されて発生される残響音や、弦の振動がアコースティックピアノを構成するあらゆる部品に伝達され、これらが振動することにより発生される音等が含まれている。従って、アコースティックピアノは、その構造は勿論のこと、全ての部品も豊かな響きを発生するために寄与しているといわれている。このようなアコースティックピアノの音の響は、ダンパペダルが踏まれることにより、換言すれば弦が開放されることにより、より一層豊かなものとなる。

【0004】 従来、電子ピアノにおいては、このようなアコースティックピアノの音の豊かな響きを模擬する試みがなされているが、その試みはダンパペダルが踏まれた時の音を模擬するに止まっている。ちなみに、ダンパペダルが踏まれた時の音は、以下の方法により作成されている。第 1 は、リバース回路を設け、ダンパペダルが踏まれた時にこのリバース回路でリバースのかかり具合を大きくするという方法である。第 2 は、ダンパペダルが踏まれた時の音の波形データを予め作成しておき、ダンパペダルが踏まれた時に、この波形データに基づいて音を発生させるという方法である。

**【0005】**

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、アコースティックピアノでは、ダンパペダルを踏まない場合であっても、ダンパペダルを踏んだ時と同様の響きを有する音が発生される。これは、以下の理由による。即ち、アコースティックピアノでは、押下中の鍵に対応する弦は開放されているので、その弦だけに着目すればダンパペダルが踏まれた時と同様の状態にある。従って、この状態で他の鍵を押せば、その押された鍵に対応する弦が振動し、この振動が開放されている弦に伝達されることによって独特の響きを有する音が発生される。

【0006】 従来の電子ピアノでは、1 つの鍵を押すこ

とにより発生された音に基づいて波形データを作成し、この波形データに基づいて音を発生させるだけである。従って、近年の電子ピアノでは、1つの鍵だけを押して発生される音はアコースティックピアノのそれと比べても遜色はない。

【0007】しかしながら、実際に曲を弾いて両者を比べると電子ピアノの音の響きはアコースティックピアノのそれに劣るという現象が発生する。これは、上述したようにアコースティックピアノで曲を弾いている状態では、或る鍵が押されるタイミングで他の鍵が既に押されている（弦が開放されている）といった押鍵状態が存在し、これによって音の響きが豊かになるのに対し、電子ピアノでは、上記のような押鍵状態が存在しても、開放弦が励振されることによって発生される音は考慮されていないことに起因する。

【0008】従って、本発明の目的は、実際の曲を演奏する場合にもアコースティックピアノと同様に豊かな響きの音を発生できる電子楽器を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の電子楽器は、楽音信号に基づいて楽音を発生する電子楽器であって、鍵盤装置と、該鍵盤装置の押鍵及び離鍵を検出する検出手段と、該検出手段で押鍵が検出された際に、押下中の他の鍵があるかどうかを判断する判断手段と、該判断手段で押下中の他の鍵があることが判断された場合に、該検出手段で押鍵が検出された鍵に対応する楽音及び該押下中の他の鍵に対応する残響音を発生するための楽音信号を生成する楽音信号生成手段、とにより構成されている。

【0010】本発明における「残響音」とは、鍵盤装置の何れかの鍵が新たに押された時に、該鍵以外の既に押下中の鍵に基づいて発生される音をいう。この残響音の発生メカニズムは以下の通りである。即ち、アコースティックピアノでは、鍵が押されていない状態ではその鍵に対応するハンマーのヘッドが弦に接している。従って、押されていない鍵に対応する弦はミュートされた状態になっており、他の鍵に対応する弦が振動してもその影響は受けにくい。

【0011】しかしながら、鍵が押されている状態では、その押下中の鍵に対応するハンマーのヘッドは弦から離間されているので、その弦は開放状態にある。従って、押下中の鍵以外の鍵に対応する弦が打弦されると、該弦の振動が駒を介して当該押下中の鍵に対応する弦に伝達され、当該弦が励振されることにより独特の音を発生する。この音が「残響音」である。

【0012】これに対し、「楽音」とは、押された鍵に対応する弦の振動に基づいて発生される種々の音、例えば直接音、反射音、筐体の共鳴音等をいう。この「楽音」は、従来の電子ピアノによって発生される音と同じである。

【0013】この発明の電子楽器によれば、新たに鍵が押された際に既に押下中の鍵があれば、従来の「楽音」に加えて、その押下中の鍵の「残響音」が発生される。従って、例えば実際にアコースティックピアノで曲を弾くときのような押鍵状態において発生される音を忠実に模擬することができるので、よりアコースティックピアノに近い豊かな響きを有する音を発生させることができる。

【0014】本発明の電子楽器は、前記鍵盤装置の押鍵状態を記憶する押鍵状態記憶手段であって、その記憶内容は前記検出手段における検出結果に基づいて順次変更されるものを更に備え、前記判断手段は、該押鍵状態記憶手段の記憶内容に基づいて押下中の他の鍵があるかどうかを判断するように構成できる。

【0015】ここで、鍵盤装置の押鍵状態とは、鍵盤装置の各鍵が押されているか離されているかを表す状態をいう。この押鍵状態は、押鍵状態記憶手段に記憶される。押鍵状態記憶手段は、例えばランダムアクセスメモリ（以下、「RAM」という）で構成することができる。従って、この構成によれば、この押鍵状態記憶手段を参照することにより、現在の押鍵状態を簡単に知ることができる。

【0016】本発明の電子楽器における前記楽音信号生成手段は、楽音の波形データを記憶する楽音波形記憶手段と、残響音の波形データを記憶する残響音波形記憶手段と、これら楽音波形記憶手段及び残響音波形記憶手段に記憶された各波形データに基づいて楽音信号を生成する音源回路とを有し、前記判断手段で押下中の他の鍵があることが判断された場合に、該音源回路は、該残響音波形記憶手段から残響音の波形データを、該楽音波形記憶手段から楽音の波形データをそれぞれ読み出し、これら両波形データに基づいて楽音信号を生成するように構成できる。

【0017】上記楽音波形記憶手段及び残響音波形記憶手段に記憶する波形データは、収音した音の信号を例えばパルスコード変調（PCM）方式で変調することにより作成できる。PCM方式では、録音された音の信号をサンプリングし、量子化し、更に符号化することにより波形データが作成される。なお、波形データとしては、PCM方式に限らず、DPCM、ADPCM方式、その他の種々の方式を用いて作成することができる。

【0018】上記楽音波形記憶手段に記憶される波形データは、従来の電子ピアノと同様に、例えばアコースティックピアノの鍵盤装置の1鍵だけを押すことにより発生された音を録音し、この録音された音の信号をPCM方式で変調することにより作成できる。この際、各鍵毎の波形データを作成して楽音波形記憶手段に記憶するようにしてもよいし、全鍵域を複数の鍵域に分割し、鍵域毎の波形データを作成して楽音波形記憶手段に記憶するようにしてもよい。後者の場合、波形データ量を減らす

ことができるという利点がある。

【0019】また、残響音波形記憶手段に記憶される波形データは、次のようにして作成することができる。第1の方法は、残響音を生成しようとする鍵を押した状態で、所定の鍵を打鍵し、これにより発生された音（第1の音）を録音する。次に、上記鍵を押さない状態で該所定の鍵を打鍵し、これにより発生された音（第2の音）を録音する。次に、上記録音された第1の音の信号から第2の音の信号を減算する。この減算結果として得られるのが「残響音」の信号である。この残響音の信号を、上述したように、PCM方式で変調することにより残響音波形記憶手段に記憶される波形データが作成される。

【0020】なお、上記残響音の波形データは、録音された第1の音の信号から第2の音の信号を例えば演算増幅器を用いて実際に減算し、この減算により得られた信号をPCM方式で変調することにより作成することができる。或るいは、第1の音及び第2の音の各信号をPCM方式で変調することにより第1の音の波形データ及び第2の音の波形データをそれぞれ独立に作成した後に、例えばコンピュータ上で第1の音の波形データから第2の音の波形データを減算することにより作成してもよい。

【0021】第2の方法は、鍵を打鍵しても該鍵に連動して動作するハンマーが実際に弦に当たらないようにストッパ機構を設けておく。このような措置を施した後に、残響音を生成しようとする鍵を押した状態で所定の鍵を打鍵し、この打鍵により発生された音を録音する。そして、この録音された残響音の信号を、上述したように、PCM方式で変調することにより残響音波形記憶手段に記憶される波形データが作成される。

【0022】また、前記残響音波形記憶手段は、鍵域に応じた複数の残響音の波形データを記憶し、前記音源回路は、前記判断手段で押下中の他の鍵があることが判断された場合に、該他の鍵が属する鍵域に対応する残響音の波形データを該残響音波形記憶手段から読み出すように構成できる。

【0023】例えば、鍵盤装置の全鍵域をそれぞれが1オクターブで成る複数の鍵域に分割し、「押下中の他の鍵」が何れのオクターブに属するかを調べ、該他の鍵が属するオクターブの残響音を発生する。この場合、上記残響音波形記憶手段には、各オクターブ毎の残響音の波形データが記憶される。この構成によれば、鍵域によって異なる残響音が得られるので、よりアコースティックピアノに近い音を発生させることができる。なお、上記はそれぞれの鍵域を1オクターブとしたが、1オクターブに限らず、各鍵域に含まれる鍵盤の数は任意とすることができ、更に各鍵域の境界も任意に定めることができる。

【0024】また、前記残響音波形記憶手段は、鍵域及び押鍵パターンの組み合わせに応じた複数の残響音の波

形データを記憶し、前記音源回路は、前記判断手段で押下中の他の鍵があることが判断された場合に、該他の鍵の鍵域及び押鍵パターンの組み合わせに対応する残響音の波形データを該残響音波形記憶手段から読み出すように構成できる。

【0025】ここで、「押鍵パターン」とは、演奏者が鍵盤装置の鍵を押さえるフォームをいう。従って、押鍵パターンの種類には、1鍵を押さえる場合は勿論のこと、複数鍵を押さえる場合のフォームが含まれる。この押鍵パターンとしては、例えばコードフォームを用いることができる。この構成の電子楽器では、「押下中の他の鍵」のフォームが何れのコードフォームであるかを調べ、コードフォームに応じた残響音を発生する。この場合、上記残響音波形記憶手段には、各コードフォーム毎の残響音の波形データが記憶される。この構成によれば、押鍵パターンに応じた残響音が得られるので、よりアコースティックピアノに近い音を発生させることができる。なお、上記押鍵パターンはコードフォームに限らず、任意のフォームとすることができることは勿論である。

【0026】更に、前記残響音波形記憶手段は、鍵域及び押鍵パターンの組み合わせに応じた複数の残響音の波形データを記憶し、前記音源回路は、前記判断手段で押下中の他の鍵があることが判断された場合に、該他の鍵の鍵域及び押鍵パターンの組み合わせに対応する残響音の波形データを該残響音波形記憶手段から読み出すように構成できる。

【0027】この電子楽器は、上述した鍵域と押鍵パターンとの組み合わせに応じて残響音を発生するように構成されている。この構成によれば、各鍵域の各押鍵パターンに応じた残響音が発生されるので、よりアコースティックピアノに近い音を発生できる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の電子楽器の実施の形態につき図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下においては、「押下中の他の鍵」の鍵域と押鍵パターンとの組み合わせに応じて、当該他の鍵に対応する残響音が決定されるものとする。

【0029】図1は、本発明の電子楽器の構成を示すブロック図である。この電子楽器においては、中央処理装置（以下、「CPU」という）10、プログラムメモリ11、ワークメモリ12、押鍵状態テーブルメモリ13、パネルインタフェース回路14、鍵盤インタフェース回路15、楽音波形メモリ16、残響音波形メモリ17及び音源回路18がバス30によって相互に接続されている。バス30は、CPU10と音源回路18とが時分割で使用する。このバス30は、例えばアドレス信号、データ信号、制御信号等を伝送する信号線で構成されており、上記各要素間でデータを送受するために使用される。

【0030】CPU10は、プログラムメモリ11に記憶されている制御プログラムに従って、電子楽器の各種機能を実現するための処理を行う。例えば、CPU10は、鍵盤操作に応じた鍵盤処理、パネル操作に応じたパネル処理、その他の処理を行う。

【0031】プログラムメモリ11は、例えばリードオンリメモリ（以下、「ROM」という）で構成することができる。このプログラムメモリ11には、上述した制御プログラムの他に、CPU10が使用する種々の固定データ、音色を指定するための音色パラメータ等が記憶されている。

【0032】音色パラメータは、例えば複数の楽器音のそれぞれについて複数の音域毎に設けられている。また、本発明に特に関係する音色パラメータとして、残響音を発生するための音色パラメータが、各鍵域及び押鍵パターンの組み合わせに対応して用意されている。各音色パラメータは、例えば波形アドレス、周波数データ、エンベロープデータ、フィルタ係数等で構成されている。

【0033】ワークメモリ12は、例えばランダムアクセスメモリ（以下、「RAM」という）で構成することができる。このワークメモリ12は、CPU10が処理する種々のデータを一時的に記憶する。このワークメモリ12には、例えば各種テーブル、バッファ、レジスタ、カウンタ、フラグ等が設けられている。これらの詳細については、以下において必要の都度説明する。

【0034】押鍵状態テーブルメモリ13は、後述する鍵盤装置150の押鍵状態をテーブル形式で記憶する。この押鍵状態テーブルの一例を図2に示す。図2において、ノートナンバは各音高に付与されているユニークな番号である。このノートナンバは鍵盤装置150の各鍵に付されるキーナンバと一致する。但し、鍵盤装置150は、88鍵しか有していないので、最低音の鍵のキーナンバがノートナンバ「21」、最高音の鍵のキーナンバがノートナンバ「108」に対応付けられている。

【0035】この実施の形態における押鍵状態テーブルは128個のノートナンバに対応する記憶領域を有している。これにより、鍵盤装置150では発生不可能であるが、例えばMIDIメッセージから得られるような超低音に対するノートナンバ（「0」～「20」）及び超高音に対するノートナンバ（「109」～「127」）を取り扱うことができるようになっていく。この押鍵状態テーブルの状態ビット欄は、当該ノートナンバに対応する鍵が押下中であれば「1」、そうでなければ「0」にセットされる。

【0036】パネルインタフェース回路14には操作パネル140が接続されている。操作パネル140には、例えば図示しない各種スイッチ、数値入力装置、インジケータ、ディスプレイ装置等が設けられている。各種スイッチには、例えばモード設定スイッチ、音色選択スイ

ッチ、音量スイッチ、エフェクト選択スイッチ等が含まれる。また、数値入力装置は各種数値を入力するために使用され、例えばアップダウンスイッチ、ジョグダイヤル、テンキー等で構成されている。また、ディスプレイ装置は、各種メッセージを表示するために使用される。このディスプレイ装置としては、例えばLCDディスプレイ装置、LEDディスプレイ装置、CRTディスプレイ装置、その他のディスプレイ装置を用いることができる。

【0037】パネルインタフェース回路14は、操作パネル140とCPU10との間のデータの送受を制御する。即ち、パネルインタフェース回路14は、操作パネル140から受け取った信号に基づきパネルデータを生成し、これをCPU10に送る。このパネルデータは、スイッチデータとダイヤルデータとで構成されている。スイッチデータは、各スイッチを1ビットに対応させたビット列で構成されている。ダイヤルデータは数値入力装置で入力された数値データで構成されている。CPU10は、このパネルデータに基づいてパネル操作に応じた各種処理を行う。また、パネルインタフェース回路14は、CPU10から受け取った表示データを操作パネル140に送り出す。これにより、操作パネル140のディスプレイ装置へのデータの表示、各種インジケータの点灯／消灯の制御等が行われる。

【0038】鍵盤インタフェース回路15には鍵盤装置150が接続されている。鍵盤装置150は、発音／消音を指示するための88個の鍵を有している。なお、鍵盤装置150の鍵の数は88個に限定されず任意の数とすることができる。この鍵盤装置150には2接点方式の鍵が用いられている。即ち、鍵盤装置150の各鍵は、押鍵又は離鍵に連動して開閉し、且つ異なる押圧深さで開閉する2個のキースイッチを有している。

【0039】鍵盤インタフェース回路15は、各鍵の押鍵又は離鍵状態及び鍵タッチの強さを検出する。即ち、鍵盤インタフェース回路15は、鍵盤装置150から受け取った各キースイッチのオン／オフ状態を示す信号から押鍵又は離鍵を示す鍵データ及び鍵タッチの強さを示すタッチデータを生成し、CPU10に送る。鍵データは、各鍵対応するビット列で構成され、各ビットは鍵に設けられた2個のキースイッチが何れもオンにされている場合に押鍵中であることを示す「1」、そうでない場合に離鍵中であることを示す「0」にセットされる。上記タッチデータは、1つのキースイッチがオンになってから他のキースイッチがオンになるまでの時間に基づいて作成される。CPU10は、鍵データ及びタッチデータに基づいて、押鍵又は離鍵に対応した発音又は消音処理を行う。発音及び消音処理の詳細については後述する。

【0040】楽音波形メモリ16は、楽音の波形データを記憶するものであり、例えばROMで構成される。こ

の楽音波形メモリ 16 には、複数の音色パラメータのそれぞれに対応した複数の波形データが記憶されている。波形データは、例えば放音された楽音を電気信号に変換し、これをパルスコード変調 (PCM) して作成することができる。この楽音波形メモリ 16 内の波形データは、音源回路 18 によって読み出される。

【0041】残響音波形メモリ 17 は、鍵域及び押鍵パターンの組み合わせに応じた複数の残響音の波形データを記憶している。この残響音の波形データは、鍵盤装置 150 の何れかの鍵が新たに押された時に、該鍵以外の既に押下中の鍵に基づいて発生される音を生成するために使用される。この残響音波形メモリ 17 には、鍵盤装置 150 の各オクターブ毎に、複数のコードフォームの各々に対応する複数の残響音の波形データが記憶されている。この残響音波形メモリ 17 内の波形データは、音源回路 18 によって読み出される。

【0042】音源回路 18 には D/A 変換器 180 が接続されている。音源回路 18 は、例えばデジタルシグナルプロセッサ (DSP) で構成することができる。この音源回路 18 は、複数の発音チャンネルを有しており、CPU 10 からの指示に応じて楽音信号を生成する。即ち、音源回路 18 は、CPU 10 から発音チャンネルを指定するデータと音色パラメータを受け取ると、指定された発音チャンネルをアクティブにする。アクティブにされた発音チャンネルは、楽音波形メモリ 16 及び又は残響音波形メモリ 17 から音色パラメータに対応する波形データを読み出し、これにエンベロープを付加してデジタル楽音信号を生成する。このデジタル楽音信号は、D/A 変換器 180 に送られる。

【0043】D/A 変換器 180 は、入力されたデジタル楽音信号をアナログ楽音信号に変換する。この D/A 変換器 180 からの出力は、増幅器 181 に供給される。増幅器 181 は、入力された楽音信号を増幅してスピーカ 182 に送る。スピーカ 182 は、増幅器 181 からの楽音信号を音響信号に変換して出力する。これにより、スピーカ 182 から楽音が発生される。

【0044】次に、上記の構成において、本発明の実施の形態に係る電子楽器の動作について、図 3 及び図 4 のフローチャートを参照しながら説明する。

【0045】図 3 は、本電子楽器のメイン処理を示すフローチャートである。このメイン処理ルーチンは、電源の投入により起動される。即ち、電源が投入されると、先ず、初期化処理が行われる (ステップ S10)。この初期化処理では、CPU 10 の内部がリセットされると共に、ワークメモリ 12 に定義されているバッファ、レジスタ、カウンタ、フラグ等が初期状態に設定される。

【0046】この初期化処理が終了すると、次いで、パネル処理が行われる (ステップ S11)。パネル処理では、先ず、操作パネル 140 がスキャンされる。これにより、操作パネル 140 からパネルインタフェース回路

14 を介してパネルデータが読み込まれる。そして、このパネルデータの中のスイッチデータ (以下、これを「新スイッチデータ」という) と、前回のパネル処理で操作パネル 140 から読み込まれ、既にワークメモリ 12 の所定領域に記憶されているスイッチデータ (以下、「旧スイッチデータ」という) との排他的論理和演算が行われる。この演算結果は、パネルイベントマップとして、ワークメモリ 12 の所定領域に格納される。その後、新スイッチデータは旧スイッチデータとしてワークメモリ 12 の所定領域に格納される。

【0047】次いで、スイッチのオンイベントがあるかどうか調べられる。これは、上記パネルイベントマップ及び新スイッチデータ中の同一スイッチに対応するビットが双方ともオンになっているかどうかを調べることにより行われる。

【0048】ここで、スイッチのオンイベントがあることが判断されると、当該スイッチの機能を実現するための処理が行われる。例えば、モード設定スイッチのオンイベントであればモードを変更する処理が、音色選択スイッチのオンイベントであれば音色を選択する処理が、それぞれ行われる。また、これらの処理においては、必要に応じてディスプレイ装置に文字等を表示する処理、図示しないインジケータの点灯/消灯処理等が行われる。

【0049】また、数値入力装置のイベントがあることが判断されると、その時点で設定されているモードに応じて所定の数値が入力される。例えば電子楽器が音色選択モードに設定されている場合は、数値入力装置で入力された数値が音色番号として記憶されると共に、ディスプレイ装置に表示される。これにより新しい音色が決定されることになる。

【0050】以上のパネル処理が終了すると、次いで、鍵盤処理が行われる (ステップ S12)。この鍵盤処理では、発音処理、消音処理等が行われる。これによって、鍵盤装置 150 の操作に応じた楽音が発生される。この鍵盤処理の詳細については、後に図 4 のフローチャートを参照しながら説明する。

【0051】次いで、「その他の処理」が行われる (ステップ S13)。この「その他の処理」では、例えば図示しない MIDI インタフェース回路を介して外部の MIDI 機器との間で MIDI データを送受信する処理、図示しないダンパペダルの踏み込みに応じて音を引き伸ばす処理等が行われる。その後、ステップ S11 に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【0052】このように、メイン処理ルーチンの上記ステップ S11 ~ S13 の繰り返し実行の過程で操作パネル 140 操作又は鍵盤装置 150 が操作されると、その操作に対応する処理が行われる。これにより、電子楽器としての各種機能が実現されている。

【0053】次に、鍵盤処理の詳細について、図 4 のフ



ローチャートを参照しながら説明する。この鍵盤処理ルーチンは、メイン処理ルーチンから一定周期でコールされる。

【0054】鍵盤処理では、まず、鍵盤スキャン処理が行われる（ステップS20）。この鍵盤スキャン処理では、鍵盤装置150から鍵盤インタフェース回路15を介して鍵データ及びタッチデータが読み込まれる。そして、この中の鍵データ（以下、これを「新鍵データ」という）と、前回の鍵盤処理で鍵盤装置150から読み込まれ、既にワークメモリ12の所定領域に記憶されている鍵データ（以下、「旧鍵データ」という）との排他的論理和演算が行われる。この演算結果は、鍵盤イベントマップとして、ワークメモリ12の所定領域に格納される。この鍵盤イベントマップは、その内容がゼロでなければ鍵イベントがあったことを表し、ゼロであれば鍵イベントがなかったことを表す。その後、新鍵データが旧鍵データとしてワークメモリ12の所定領域に格納される。

【0055】次いで、押鍵イベントがあるかどうか調べられる（ステップS21）。これは、鍵イベントマップ中の「1」に対応する新鍵データ中のビットが「1」であるかどうかを調べることにより行われる。

【0056】このステップS21で押鍵イベントがあることが判断されると、次いで、発音中の音、つまり押下中の鍵があるかどうか調べられる（ステップS22）。これは、押鍵状態テーブルを参照することにより行われる。即ち、押鍵状態テーブルの状態ビット欄に少なくとも1つ以上の「1」になっている部分が存在するかどうか調べられ、存在すれば発音中の音があり、存在しなければ発音中の音はない旨が判断される。

【0057】このステップS22で発音中の音があることが判断されると、残響音の発音処理が行われる（ステップS23）。即ち、発音中の音があるということは、当該押鍵イベントが発生した際に既に他の鍵が押下中である、つまり開放弦が存在することを意味する。そこで、当該押鍵イベントが開放弦を励振するのを模擬すべく、残響音の発音処理が行われる。

【0058】この残響音の発音処理では、まず、押下中の鍵が何れのオクターブに属するかが調べられる。これは押鍵状態テーブルの状態ビット欄を順次調べることにより行われる。この際、2つ以上のオクターブに跨る複数の鍵が押されていることが判断された場合は、所定の1つのオクターブが選択される。ここで選択されるオクターブは、例えば最も低いオクターブとすることができる。なお、選択されるオクターブは最も高いオクターブであってもよい、中間のオクターブであってもよい。

【0059】次いで、押下中の鍵に基づいてコード検出処理が行われる。このコード検出処理は、例えば自動伴奏を行う場合に使用される周知のコード検出技術を使用することができる。これにより、コードフォームが決定

される。次いで、選択されたオクターブと検出されたコードフォームに対応する音色パラメータが、上記プログラムメモリ11から読み出される。

【0060】次いで、音源回路18の所定の発音チャンネルが発音用に割り当てられる。そして、上記で読み出された音色パラメータが音源回路18の上記割り当てられた発音チャンネルに送られる。これにより、割り当てられた発音チャンネルにおいて、上記音色パラメータに基づいたデジタル楽音信号が生成され、これがD/A変換器180、増幅器181及びスピーカ182に順次送られる。これにより、開放弦に応じた残響音が発生される。上記ステップS22で発音中の音がないことが判断された場合は、このステップS23の処理はスキップされる。

【0061】次いで、発音処理が行われる（ステップS24）。この発音処理は、押鍵イベントがあった鍵に対応する音が発生する処理である。この発音処理では、音源回路18の所定の発音チャンネルに発音が割り当てられる。次いで、押鍵イベントがあった鍵のキーナンバ、タッチデータ及びその時点で選択されている音色等に基づきプログラムメモリ11から1つの音色パラメータが読み出され、これが音源回路18に送られる。これにより、音源回路18の割り当てられた発音チャンネルにおいて、上記音色パラメータに基づいたデジタル楽音信号が生成され、これがD/A変換器180、増幅器181及びスピーカ182に順次送られて楽音が発生される。

【0062】上記ステップS23及びS24の処理は連続して実行され、且つ別個の発音チャンネルを用いて別個に楽音及び残響音に対応する信号が生成される。従って、これらの両信号に基づく音は同時に発生されるように聞こえる。従って、アコースティックピアノのような残響音が含まれた楽音が発生されることになる。

【0063】次いで、押鍵状態テーブルの更新が行われる（ステップS25）。この処理では、押鍵イベントがあった鍵に対応する押鍵状態テーブルの状態ビット欄に「1」が書き込まれる。これにより当該鍵が押鍵中であることが押鍵状態テーブルに記憶される。その後、シーケンスはこの鍵盤処理ルーチンからメイン処理ルーチンにリターンする。

【0064】上記ステップS21で押鍵イベントがないことが判断されると、次いで、離鍵イベントがあるかどうか調べられる（ステップS26）。これは、鍵イベントマップ中の「1」に対応する新鍵データ中のビットが「0」であるかどうかを調べることにより行われる。

【0065】ここで、離鍵イベントがないことが判断されると、シーケンスはこの鍵盤処理ルーチンからメイン処理ルーチンにリターンする。一方、離鍵イベントがあることが判断されると、消音処理が行われる（ステップS27）。この消音処理では、離鍵された鍵に対応する発音チャンネルに、エンベロープをゼロにするためのデ

ータが送られ、その後、当該発音チャンネルの割り当てが開放される。これにより、発音中の音が消音されることになる。

【0066】次いで、押鍵状態テーブルの更新処理が行われる(ステップS28)。この処理では、離鍵イベントがあった鍵に対応する押鍵状態テーブルの状態ビット欄に「0」が書き込まれる。これにより当該鍵が離鍵されたことが押鍵状態テーブルに記憶される。その後、シーケンスはこの鍵盤処理ルーチンからメイン処理ルーチンにリターンする。

【0067】以上説明したように、本発明の実施の形態に係る電子楽器によれば、新たに鍵が押された際に既に押下中の鍵があれば、従来の「楽音」に加えて、その既に押下中の鍵の残響音が発生されるので、よりアコースティックピアノに近い豊かな響きを有する音を発生させることができる。

【0068】なお、上記の実施の形態では、残響音の発音処理(ステップS23)で、2つ以上のオクターブに跨る複数の鍵が押されていることが判断された場合に、1つのオクターブを選択し、該オクターブに対応する残響音を発生するように構成したが、押下中の鍵が属する全てのオクターブの残響音を発音するように構成することもできる。この構成によれば、よりアコースティックピアノに近い音を発生させることができる。

【0069】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、実際の曲を演奏する場合にもアコースティックピアノと

同様に豊かな響きの音を発生できる電子楽器を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る電子楽器の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態で使用する押鍵状態テーブルの一例を示す図である。

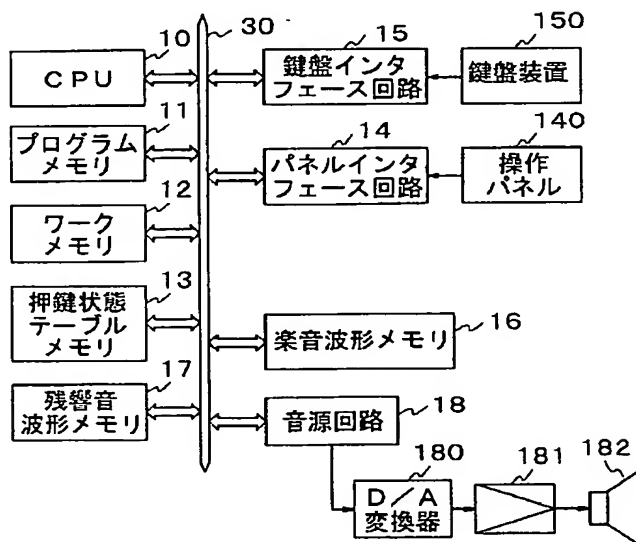
【図3】本発明の実施の形態で使用するメイン処理を示すフローチャートである。

【図4】本発明の実施の形態で使用する鍵盤処理を示すフローチャートである。

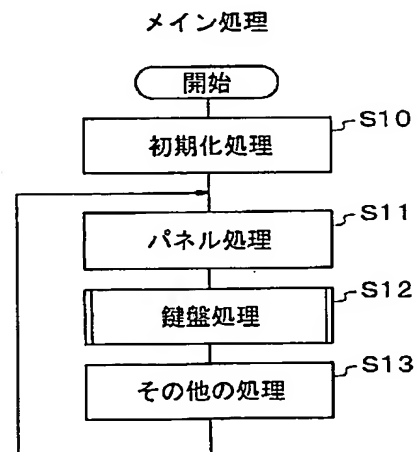
【符号の説明】

10	CPU
11	プログラムメモリ
12	ワークメモリ
13	押鍵状態テーブルメモリ
14	パネルインタフェース回路
15	鍵盤インタフェース回路
16	楽音波形メモリ
17	残響音波形メモリ
18	音源回路
140	操作パネル
150	鍵盤装置
180	D/A変換器
181	増幅器
182	スピーカ

【図1】



【図3】



【図 2】

押鍵状態テーブル

キーナンバ (ノートナンバ)	音名	状態ビット
0	C <sub>-2</sub>	0/1
1	C <sub>#-2</sub>	0/1
⋮	⋮	⋮
21	A <sub>-1</sub>	0/1
22	A <sub>#-1</sub>	0/1
23	B <sub>-1</sub>	0/1
24	C <sub>0</sub>	0/1
⋮	⋮	⋮
106	A <sub>#6</sub>	0/1
107	B <sub>6</sub>	0/1
108	C <sub>7</sub>	0/1
⋮	⋮	⋮
126	F <sub>#8</sub>	0/1
127	G <sub>8</sub>	0/1

88鍵  
ピアノ域

【図 4】

鍵盤処理

